

P2

正



実用新案登録願(4)

後記号なし

特許庁長官殿

昭和 年 月 日

考案の名称

48.11.14

テラウニガタ ハンドタイ ソシ
注入形半導体レーザー素子

考案者

東京都港区芝五丁目33番1号

日本電気株式会社内

ヨネズミ ヒロオ
家津 宏 雄
ユアサ トナオ
岡 所 湯 浅 國南雄

実用新案登録出願人

東京都港区芝五丁目33番1号

(423) 日本電気株式会社

代表者 小林 宏 治

代理人

〒108 東京都港区芝五丁目33番1号

日本電気株式会社内

(6591) 弁理士 内 原 隆

電話 東京 (03) 454-1111 (人代表)

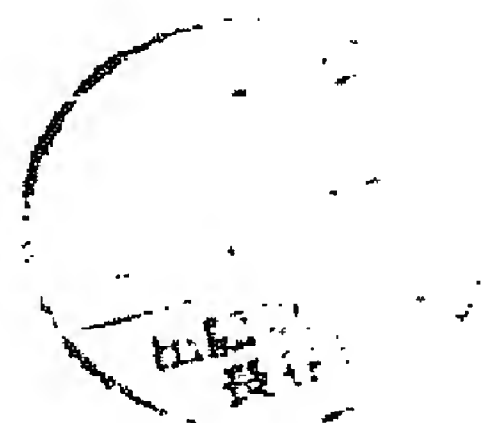
添付書類の目録

明 細 書	1通
図 面	1通
委 任 状	1通
特 許 費 本	1通

方式
特 許

大山

48 13155、



明 細 書

考案の名称

注入形半導体レーザー素子

実用新案登録請求の範囲

一対の平行平滑な反射面をもち発振領域を幅狭い領域に限定したいわゆるストライプ形半導体レーザーにおいて、活性領域に近い放熱すべき側のオーミタ金属膜上に、レーザー光の取り出しを妨害せず、発熱体との接着による損傷を防ぐのに充分な厚さを持ち、かつ共振器より長くない形状の熱良導体からなるめつき層を設けたことを特徴とする注入形半導体レーザー素子。

5

10

考案の詳細な説明

本考案は注入形半導体レーザーに関するものである。

15

注入型半導体レーザーはダブルヘテロ構造の採用により室温連続発振が容易にできるようになり、

(1)

最近本考案者等並びに米国のベル研究所の研究者等によつて寿命も改善され、光出力10mwオーダーで1万時間以上の室温連続発振の見通しを得るに至つた。また種々のストライプ構造が実現され、レーザー光のモードもかなり制御できるようになつてきた。

5

このような背景の中で実用的な注入型半導体レーザーが強く要望されている。特にケースに実装するさい、マウント敷熱体への接着、ボンディング過程で素子に過剰応力を与え、寿命を短かくしてしまふこと、室温連続発振用の場合、一般に活性層と敷熱体との間が数μと近く、せつかく制御されたモードの光がこの敷熱体にぶつつかつて散乱され、複雑な干渉縞を形成してレーザー光の光質を阻害し、光通信用の場合にはガラスファイバー伝送路への結合効率を悪くすることが問題になる。

10

15

前者は最近、ガン・インバットダイオードにおいて試みられ始めた素子よりも充分大きくかつ厚い金めつきを素子のオーミック金属に直接施した

20

めつき散熱体を設けることにより、解決のメドが
ついてきた。しかし後者のレーザー光の散熱体による散乱は解決されておらず、このため、実験室的には、ダイヤモンド散熱体のように角が鋭角に加工できるものの端一杯にマウントしてこれをさける方法がとられている。しかしこの端一杯にマウントする方法は、一般に困難で、少しでも内に入れば散乱はさけられないし、少し例えば数10 μ 出てしまうと散熱作用の欠如のため、接合温度が上つて連続発振困難になると共に不安定な構造になつて信頼性をおとす。特にダブルヘテロ接合レーザーの接合に垂直な方向の方射角は、最高出力の $1/2$ になる点の角度が約60~80°と大きいため端一杯といつても数 μ 以下の距離でマウントしなければならず、割割は不可能に近く、信頼度および工業生産性は極端に悪い。

本考案の目的はレーザー光から放射される光が散熱体による強い散乱を受けず、かつ十分な散熱作用を有し、散熱体への接着に際しレーザー結晶片を保護するめつき層をもつ注入形半導体レーザー

素子を提供することにある。

本考案によれば散熱作用を充分持ち、レーザーの共振器長より長くない導熱性のめつき散熱層を有する注入形半導体レーザー素子が得られる。

本考案はマウントの際に余りにきびしい位置ど
めを要せずとも約 $50 \sim 80^\circ$ の放射角のレーザー
光を強く散乱せず散熱作用も損わず、かつマウン
ト時に過剰な応力を結晶片に与えないような散熱
層をレーザー結晶片に施すことに充分な考慮が払
われている。 ダブルヘテロ接合レーザーの典型
的を例ではn型GaAs($\sim 80 \mu$)基板上に順次n形
 $Al_xGa_{1-x}As$ ($\sim 5 \mu$)、活性層であるp形GaAs
($\sim 0.2 \mu$)、p形 $Al_xGa_{1-x}As$ ($\sim 2 \mu$)、p形GaAs
($\sim 1 \mu$)がエピタキシャル成長されている。この
後n形GaAs上にオーミック金属のAu-Snまたは
Au-Geが、p形GaAs上にはオーミック金属のCr
($\sim 0.1 \mu$)その上にその保護膜のAuが $1 \sim 2 \mu$ に
設けられている。 レーザー共振器はこの金属膜
共々劈開を利用してつくられている。 p形GaAs
側の金属のAuが銅またはダイヤモンド等の散熱体

5

10

15

20

兼(+)電極に Sn 等で融着されるか Au-Au の熱圧着
でつけられ n 形 GaAs 側のオーミック金属にはリ
ード線(-)電極がつけられている。従つて散熱体と
活性層の p 形 GaAs との間の距離は約 4~5 μ とな
り、レーザー光の放射角を 60~80° とすると散熱
体の端から 5~6 μ 以内にレーザー端面が来るよ
うマウントしなければレーザー光は散熱体から強
い散乱を受ける。このような数 μ の確度を持つマ
ウントは現在の技術でははなはだ困難であり、再
現性、生産性に乏しすぎる。また端から数 μ 以内
で散熱体を鋭角平盤に加工することも現実には不
可能に近い。p 形 GaAs 上の Au を 1~2 μ でな
く 10 μ 、20 μ 等と厚くすれば、活性層と散熱体と
の距離は広がるからマウントの位置ぎめの困難さ
は緩和が、Au の厚膜は劈開性を持たないから
レーザー結晶片と同時に劈開することはできず、
無理をすれば Au の厚膜がはがれてしまい、実現
不可能になる。放熱特性の面から考えると結晶片
は 1~2 μ の Au 膜を介して散熱体に接着される
場合は通電領域附近の Au 膜全面にわたり完全に

5

10

15

20

密着していないと熱抵抗が上つて連続発振しえなくなる。また1~2 μ のAuを介して放熱体に接合すると結晶、Au、(放合の場合には)放合金属、放熱体の膨張係数がそれぞれ異なるため接合温度から室温に戻る際強い応力をうけ、素子の特性、寿命に悪影響をおよぼす。

5

ガン・インパットダイオードで試みられているAuのめつき放熱体は室温においてめつきを行なうことによりこの悪影響をさけること、および結晶片の放熱層への完全密着の目的によるもので、通常200 μ の素子に1 μ 角厚さ数百 μ のAuをオーミック金属上にめつきして、これを放熱層とし、このめつき層を介してより大きな放熱体にとりつけられている。オーミック金属とめつき層は完全密着に近い状態になつている。従つて注入型半導体レーザー結晶片にレーザー光の散乱を防ぎ、放熱特性を損わないようにAu等のめつき層を施す事ができれば本目的は達成される。このためには、共振器長より長くない状態にAuをめつきし、めつき層端と共振器端(反射面)との

10

15

20

距離を連続発振がおこりにくくなる程には熱抵抗が上らないように定めればよい。大体的見当として、共振器長を l とし、共振器端とAuめつき層端との距離を Δl とすれば $\frac{\Delta l}{l} \lesssim 0.1$ なる条件がこれを満足する。実際のレーザーは、この条件
5
以上に Δl が大きくなると厚めつき層のついていない部分の活性領域の温度が上り数収が増し、利得が下る結果閾値が上つて連続発振不可能になる。
しかし室温連続発振とパルス動作との中間を連続的に考えるとパルス動作の場合発熱が余り大きく
10
なければ $\frac{\Delta l}{l} \lesssim 0.1$ でなくても実用可能である。
実際のレーザーは連続発振のし易さ即ち熱抵抗の減少、横モードの制御、動作電流の減少等の目的で幅の細い領域に発振領域を限定したいいわゆるスト
ライプ型レーザーが用いられる。Auめつき層の厚
15
さが、ストライプ幅と同程度以上であれば、ストライプ幅から流れ出た熱流はAuめつき層内で拡がり、ストライプ幅と同程度の距離までのところに行くと熱流はストライプ幅に比べてかなり拡がる
20
ため本来の散熱体にとりつける時は充分な圧力下

での完全密着といた厳しい条件は要求されない。
 実際には λ めつき層と吸熱体との接着状態による
 が λ めつき層がストライプ巾の約 $\frac{1}{3}$ 以上の厚さ
 についていればかなり顕著な効果が現われる。

また λ めつき層は室温附近においてめつきさ
 れるからレーザー結晶片との間に熱膨張の差によ
 る応力を発生することなく、あとで本来の吸熱体
 に接着する場合にも厚いめつき層は接着時の温度
 上昇による前述の熱歪の影響を緩和してレーザー
 の劣化を防ぐ。この効果に必要な λ めつき層の
 厚さは実験的には大よそ数 μ 以上である。

このようにするとマウントの条件が緩められる
 と共に、活性層と吸熱体との距離が長くなり、か
 つ共振器端と同じかまたはおくまつてめつきが施
 されているから、レーザー光が吸熱体に散乱され
 ないような位置にマウントする条件は緩やかにな
 る。即ち前述のよ^{*}を吸熱体端から5〜6 μ 以
 内に共振器端をもつてこななければならないという
 不可能な条件ではなく、めつき層厚を1とすると
 大体共振器端が吸熱体端から(1+オーミック金

層から活性層までの距離、 $3 \sim 4 \mu$) 以内に来る
ようにマウントすればよい。例えばストライプ幅
 $W = 15 \mu$ の時は放熱的にはめつき層厚 $t = 20 \mu$
もあれば十分で、共振器長を $L = 300 \mu$ とすると
 $\Delta L \approx 20 \mu$ 程度にすれば放熱的特性は殆んど損わ
れない。従つてレーザーの反射面は吸熱体端から
約 25μ 以内の位置にマウントすればレーザー光
の吸熱体による散乱はさけられる。 實際にマウ
ントされる A はめつき層端は吸熱体端からほぼ 45
 μ 離れることになりこの値は充分実現可能であり、
再現性も保証される。 めつき層が吸熱作用およ
びマウントの完全密着という厳しい条件を緩和で
きる最低の厚さはストライプ巾および吸熱体への
マウント状態にもよるが上述の理由から大よそ数
 μ 程度で、めつき層端とレーザーの反射面との距
離は共振器長の $1/10$ 以下が望ましいということに
なる。 これを実現する方法はいろいろあるが、
厚く蒸着してフォトレジスト技術およびエッチン
グで整形する方法はかなり技術的困難を伴う。最
も生産性、再現性にとんだ方法は必要部分のみを

めつきする選択めつきの方法で、めつき阻止にはトランジスタ、集積回路技術で素知のフォトレジスト膜を厚くぬつたものを用いるのが最も容易であるが、スパッタした SiO_2 膜等も利用できる。近年めつき金属も Al 、 Cu 等が可能になつており、熱伝導度の高いものであればいかなるものも運用できる。

5

次に本考案について図面を参照しながら説明する。

図は本考案者等の発明によるダブルヘテロ接合構造を用いた呼称プレーナストライプ型レーザー（特願昭46-57665号）に Al 厚めつきを施す場合の製作順序を示す図である。

10

第1図では約 80μ 厚の100面をもつ n 型 GaAs 基板1上に順次素知の連続液相成長技術で約 5μ 厚の n 形 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 層2、約 0.2μ 厚の活性層である p 形 GaAs 層3、約 2μ の p 形 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 層4、約 1μ の n 形 GaAs 層5が成長されており、幅 20μ のプレーナストライプレーザーになるよう n 形 GaAs 層5を通して p 形 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$

15

20

層 4 に達するよう幅 20 μ で 劈開方向に垂直な細長い p 形 Zn 拡散領域 (ストライプ部) 6 が結晶の端から端迄 200 μ 間隔で形成されている。その上全面に p 形ストライプ状 Zn 拡散領域 6 用のオーミック電極 7 であるところの Cr (0.1 μ) およびその保護膜の Au (1 μ) が蒸着され、基板 n 形 GaAs 1 上には Au-Ge (12%) 約 1 μ 、Au 1 μ からなるオーミック電極 8 が設けられている。この p 形オーミック電極 7 上によく知られた商品名 Az-340 なる陽面形の写真レジスト膜 9 が厚さ約 15 μ 一様に塗られている。

第 2 図ではこの写真レジスト膜 9 をガラスマスクを用いて露光、現像、焼きしめをして、幅 20 μ 、間隔 200 μ の碲盤目の線 10 を残すようにする。写真レジストの除去された 180 μ 角の領域 11 はストライプ部 6 が中央に来るように調整してある。また残された写真レジスト膜の碲盤目の線 10 は結晶の劈開方向 $\langle 110 \rangle$ を向くよう調整してある。写真レジストの除去された 180 μ 角の領域 11 に Au のつきを施すのである

が、現在数多くの市販めつき液がある。ここでは一例として日本エレクトロブレイディングエンジニアーズ社のA₁₀めつき液を用いた場合についてのべる。電解めつき法で極性はレーザー結晶が(-)白金電極が(+)である。まずストライク液に40℃で10mA/cm² 20秒通電して予備めつきを行ない次にBDT-200なる本液に50℃で4mA/cm²の条件で攪拌しつつめつきを行なう。めつき成長速度は13Å/1時間で設計値になるよう時間を調整する。

5

10

この際フोटレジスト膜10の厚さより余り厚くすると、各領域11の分離が悪くなり隣り同士が結合してしまう。大体の目安としてはフोटレジスト膜+10Åが限度である。

上記のめつき電流密度は最適値でこれから大きくずれるとめつき層のむら、凸凹がめだつて均一性が悪くなる。約15時間めつきして、約20Å厚のA₁₀めつき層12(図(c))をめつき領域11上に得る。

15

第3図においてA₁₀めつき終了後残っていたフोटレジスト膜10をアセトンで除去すると、

20

180 μ 角の厚さ20 μ のAuめつき領域12が200 μ 間隔で規則正しく得られる。

第4図はAuめつきされなかつた幅20 μ の領域10' (第3図)を通してそのほぼ中央を劈開することによつて各素子に分離したもので閾値以上のパルス電流を流すと一対の劈開による反射面13および14を利用して、これに垂直なA-A'方向にZn拡散領域6の下に活性領域15でレーザー発振が起る。

第5図はこれを銅からなる放熱体兼(+)電極16にSn層17で融着し(-)電極用リード線18を設けた場合の第4図のA-A'線にそつ断面図である。放熱体16の端面19とAuめつき層12の端20との距離は約20 μ になつておりマウント位置の制約は殆んど問題ない。放熱体16が更に大きな放熱体に接続された状態で室温直流での発振開始電流は150mAであつた。放射角は、最大値の $\frac{1}{2}$ になる角度が70 $^{\circ}$ であつたため放熱体表面21によるレーザー光22の散乱は非常に少なかつた。上記の例は $t=20\mu$ 、 $\Delta L=10\mu$ 、 $L=200\mu$ 、 $W=20\mu$

であるから、前述のめつき層の条件を全て満足している。プレーナストライプ型レーザーの場合ストライプ幅20 μ 以下では基本横モードを得ることができるため、上記の例ではガラスファイバーへの結合、レンズを使つた横平行ビームへの変換は非常に望ましい状態が得られた。当然のことではあるが第5図のAuめつき層端20は下の方にいくに従つてすそ基がりになつていても本目的を阻害しない範囲であれば問題はなく、逆に下の方が狭くなつていても放熱特性を特に阻害しない範囲であれば問題はない。フォトレジスト技術で行なうため、精度、生産性共に優れている。

以上、GaAs-Al_{0.3}Ga_{0.7}Asダブルヘテロ接合構造を用いたプレーナストライプ型について述べたが、ダブルヘテロ接合構造に限らず、近年開発されている二重ダブルヘテロ接合構造シングルヘテロ接合構造等々にも利用づけること、ストライプ型もプレーナーに限らず、SiO₂型(アブライド・フィジクス・レターズ誌(Applied Physics Letters), 1971年第18巻、第4号155~ 頁)

メサ型 (アプライド・フィジクス・レターズ誌
(Applied Physics Letters), 1972年第20巻
第9号 344 ~ 345 頁)

プロトン照射型 (プロシーディングス・オブ・ザ
アイ・イー・イー・イー誌 (Proc IEEE), 1972年
第60巻、第6号 726 ~ 728 頁)

等いずれでも用いることができる。また選択めつ
きに用いるフォトレジスト膜も上記に限らず、ま
たフォトレジスト膜以外にも SiO_2 その他の膜が
利用できることは云うまでもない。更にはめつき
工程前に劈開しておいてからめつきを施す場合に
は選択めつきでなく全面めつきでも可能である。
このような場合にはめつき層端とレーザの反射面
端とは殆んど一致する ($\Delta L=0$)。また前述のと
くめつきも Au には限らず、厚さ長さ共、前述の条
件を満足する材料であればよい。また反射面、各
素子への切り出しは劈開以外にエッチングで行な
うこともできる。

図面の簡単な説明

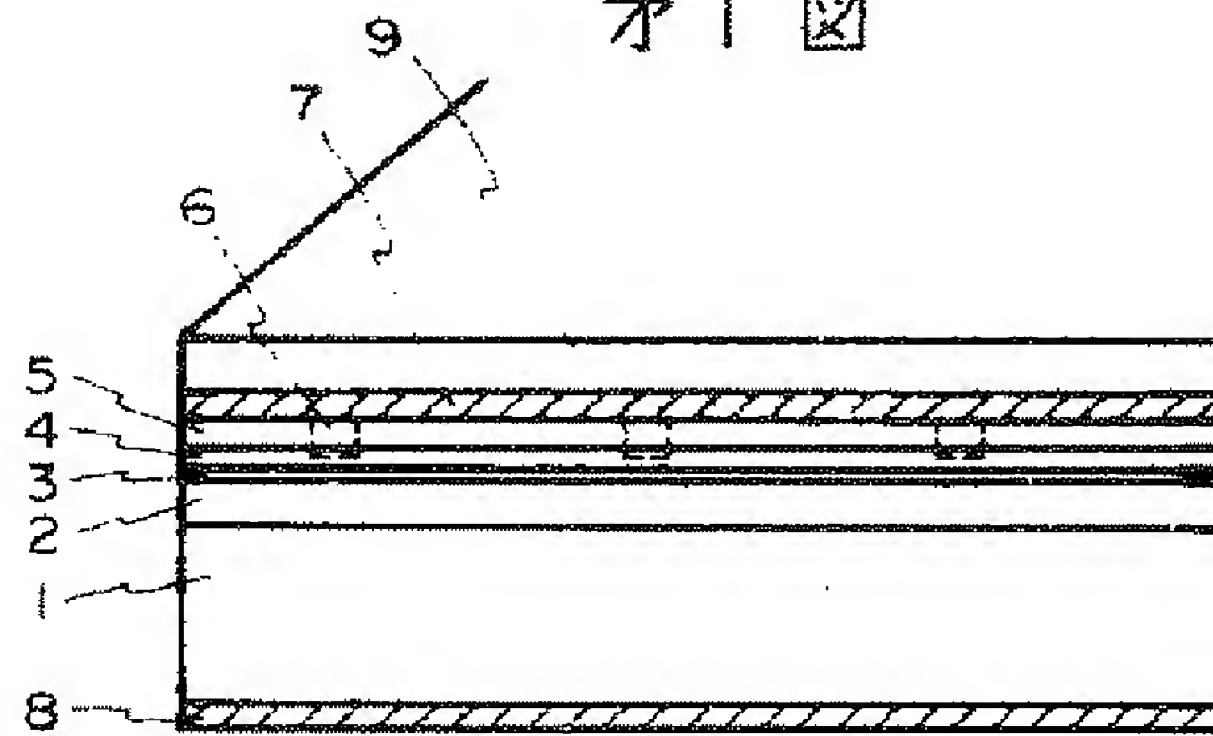
第1図、第2図および第3図は本発明実施例の工程を説明するための半導体レーザ結晶の外観図、第4図は本発明実施例説明のための半導体レーザ結晶片の外観図、第5図は本発明実施例説明のための半導体レーザ結晶片および吸熱体の断面図である。

1・・・n型GaAs基板、2・・・n型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 層、3・・・p型GaAs層、4・・・p型 $\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}$ 層、5・・・n型GaAs層、6・・・ストライプ状のZn拡散領域、7・・・オーミック電極、8・・・オーミック電極、9・・・フォトリジスト膜、10・・・露光・現像・焼きしめ処理により残されたフォトリジスト膜、11・・・露光・現像処理によりフォトリジスト膜が除去された領域、12・・・領域11に形成されたAuめつき層、10'・・・Auめつき層12形成後に除去されたフォトリジスト膜10のあつた位置、13、14・・・劈開によつて形成された反射面、15・・・活性領域、16・・・吸熱体、17・・・Sn層、18・・・電極用リード線、19・・・吸熱体16の端面、20・・・Auめつき層12の端、

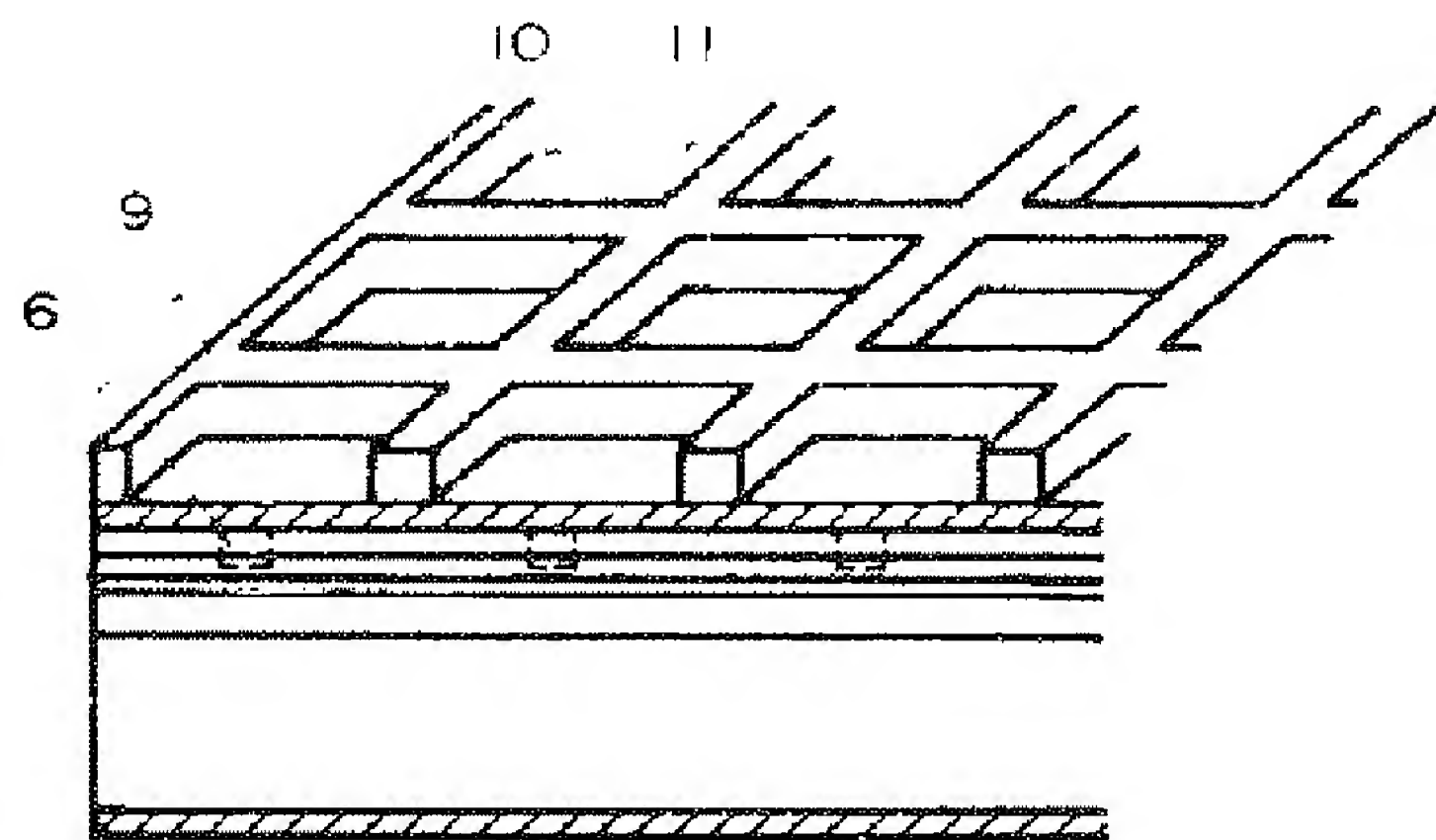
21・・・融熱体16の表面、 22・・・レーザー光。

代理人 弁理士 内 原 晋

才1図



才2図



才3図

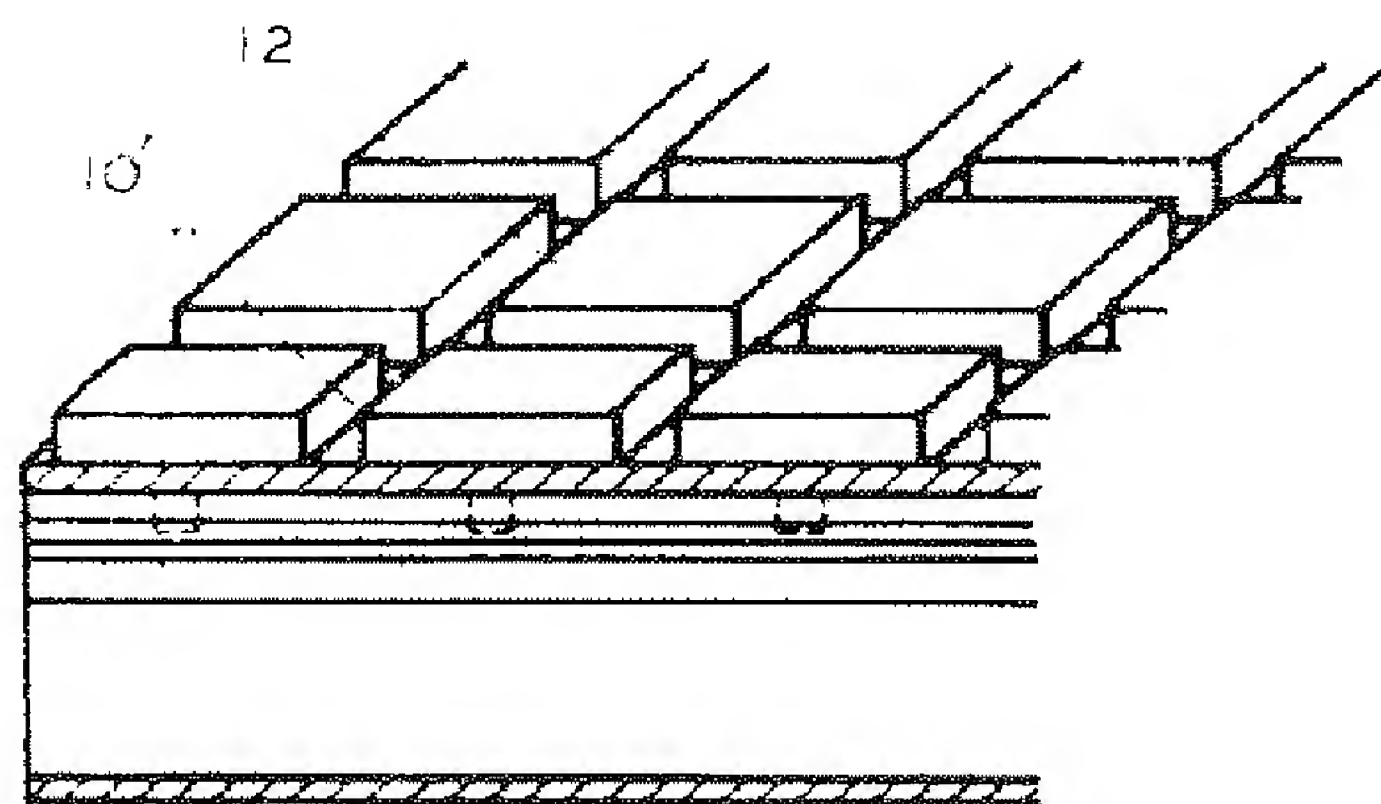


図4

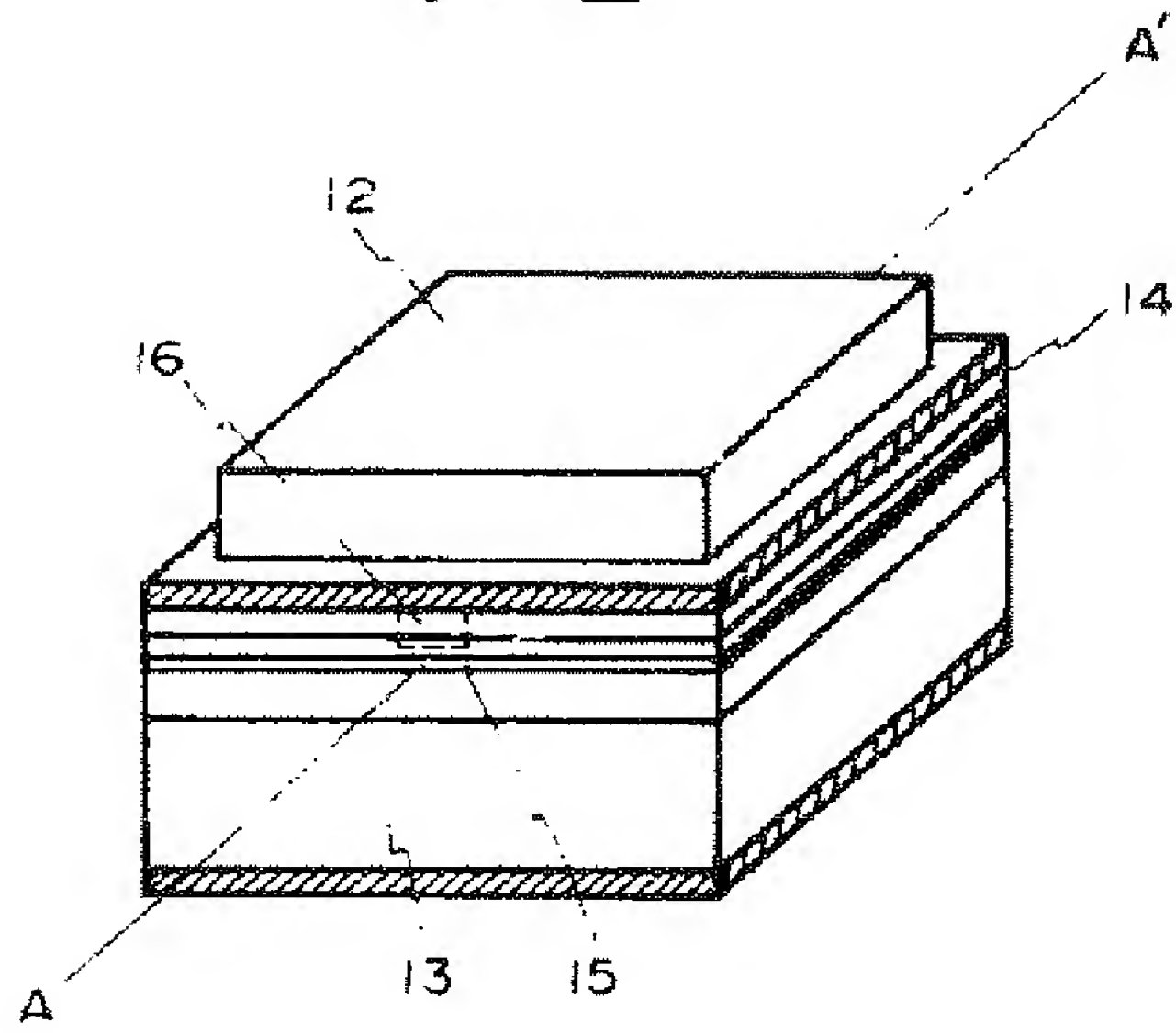


図5

